

El acceso a las TIC en el hogar como determinante del rendimiento educativo en el nivel medio: un análisis para Argentina

MARÍA MARTA FORMICHELLA

IIESS, CONICET-UNS; Dto. de Economía, UNS
mformichella@iieess-conicet.gob.ar

MARÍA VERÓNICA ALDERETE

IIESS, CONICET-UNS; Dto. de Economía, UNS
mvalderete@iieess-conicet.gob.ar

GISELA DI MEGLIO

Dto. de Economía, Universidad Complutense de Madrid
gdimeglio@ccee.ucm.es

La incorporación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) ocupa actualmente un lugar muy significativo entre las prioridades educativas. Estas tecnologías pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza, el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión, dirección y administración más eficiente del sistema educativo.

En este marco, el objetivo del presente trabajo consiste en estimar el impacto del uso de las TIC en el hogar sobre los logros escolares. En

particular, se estudia la brecha en el rendimiento educativo entre los estudiantes de nivel medio cuyos hogares tienen disponible computadoras con acceso a Internet, y quienes no cumplen con esta condición.

Con este fin, se emplea la técnica de emparejamiento o Propensity Score Matching (PSM) y se utilizan datos de PISA correspondientes al año 2012 para Argentina. De acuerdo a los resultados obtenidos, existen diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento educativo promedio derivados del uso de las TIC en el hogar.

1. INTRODUCCIÓN

La difusión de las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en las últimas décadas ha propiciado el desarrollo de importantes cambios en los sistemas educativos a nivel mundial.

Actualmente, la amplia disponibilidad de información de la que cualquier individuo del mundo es partícipe, así como el acceso e intercambio de la misma más allá de la presencia física de los usuarios, han modificado el modo de vida de las personas (Castells, 1999; Anderson, 2008 en Claro et al, 2011).

La incorporación de las TIC ocupa actualmente un lugar muy significativo entre las prioridades educativas. Estas tecnologías pueden contribuir al acceso universal a la educación, la igualdad en la instrucción, el ejercicio de la enseñanza, el aprendizaje de calidad y el desarrollo profesional de los docentes, así como a la gestión, dirección y administración más eficiente del sistema educativo. Entonces, su aporte es fundamental para el logro de sociedades con mayor igualdad (UNESCO, 2014).

En este sentido, las TIC hacen posible que la comunicación sea más amplia y fluida, lo que permite que existan oportunidades nuevas para que los estudiantes aprendan, especialmente puede favorecer el alcance de aquellos que se encuentran excluidos (Becta, 2007). Sin embargo, cabe aclarar que el acceso a las TIC es condición necesaria pero no suficiente para el logro de dicha inclusión. El desarrollo de las capacidades de uso es otra de las condiciones requeridas (Claro, 2011).

El análisis de las TIC en el sector de la educación está muy ligado a los objetivos de calidad, equidad y eficiencia (Sunkel y Trucco, 2012). En este sentido, existen varias investigaciones que buscan establecer la relación entre el uso de las computadoras personales y el desempeño académico de los alumnos y, asimismo, el interés en el tema no se circunscribe a la academia, sino que se evidencia en las agendas de políticas públicas a través de programas de apoyo a su uso y manejo (SITEAL, 2014).

La integración de las TIC en el ámbito de las instituciones educativas implica repensar tanto la configuración institucional como las prácticas que de ella derivan. Asimismo, requiere reflexionar sobre el desarrollo curricular-escolar y el trabajo de docentes y alumnos en las aulas (Consejo Federal de Educación, 2010).

Los esfuerzos realizados hasta ahora por los sistemas educativos en América Latina han tenido como principal énfasis dotar equitativamente a las escuelas de una infraestructura tecnológica adecuada (especialmente computadores e Internet) y alfabetizar a los estudiantes y profesores en algunos usos básicos de las mismas (Sunkel, Trucco y Möller, 2011).

Los datos existentes en relación al uso de las TIC en educación en América Latina son escasos, y tan sólo un reducido grupo de países latinoamericanos (Chile, Panamá, Trinidad y Tobago, y Uruguay) respondieron el cuestionario TIC complementario del Programa Internacional para la

Evaluación de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés *Programme for International Student Assessment*).

Entonces, en Argentina la información sobre el uso de las TIC en la educación media es incipiente y poco abarcativa. Asimismo, la Encuesta Nacional sobre Acceso y Uso de Tecnologías de la información y la Comunicación (ENTIC) en hogares y personas, que brinda información sobre los usos y accesos de los hogares y de las personas de 10 años y más a dichas tecnologías, refleja que el 52,8% de los hogares urbanos dispone de una computadora y el 43,8% dispone de Internet. Esto significa que no todos los hogares poseen computadora y que no todos los que las poseen tienen acceso a Internet (INDEC, 2012).

Por ello, este trabajo tiene como objetivo determinar cuál es el “premio” en términos de rendimiento educativo de los estudiantes que disponen de computadoras con acceso a Internet respecto de aquellos que no. Para tal fin, se emplea la técnica de emparejamiento o *Propensity Score Matching* (PSM) sobre la base de los datos de PISA para Argentina correspondientes al año 2012.

El *paper* se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se plantean los antecedentes de la investigación respecto del impacto de las TIC en el rendimiento educativo; en segundo lugar, se explica la metodología de *Propensity Score Matching* aplicada y se detallan los datos y variables utilizadas; luego, se esbozan los resultados y; por último, se presentan las consideraciones finales.

2. ANTECEDENTES

En la literatura existen diversos trabajos que se han dedicado a investigar el efecto de las TIC sobre el rendimiento escolar (Machin et al, 2006; Aristazabal et al, 2009; Spiezia 2010; Carrillo et al, 2010; Cristia et al 2010, 2012; Torres Tovia y Padilla Velásquez, 2015). Asimismo, más amplia es la cantidad de estudios focalizados en analizar los determinantes de los resultados educativos que, a pesar de no haberse concentrado en variables representantes de las TIC, sí las han utilizado como variables de control y han analizado su efecto.

Las investigaciones sobre el tema pueden clasificarse en cuatro grupos: a) las que han utilizado la variable TIC como variable principal y han encontrado efectos positivos sobre alguno de los logros educativos; b) aquellas que se han concentrado en las TIC y no han hallado evidencia a favor de las mismas; c) las que han utilizado alguna variable referida a las TIC como control y su efecto ha sido significativo y, d) los trabajos que, habiendo usado variables vinculadas a las TIC como control no han encontrado significatividad en el análisis estadístico.

Dentro del primer grupo, puede mencionarse el manuscrito de Aristizabal et al (2009). Estos autores estudian, en base a un modelo de ecuaciones estructurales, la incidencia de las TIC en el hogar (uso de internet y sus herramientas, y otros dispositivos como consolas de juegos) y en la escuela (computadora y software educacional) sobre el rendimiento educativo. Para ello, hacen uso de datos de las pruebas PISA 2006 y 2009 en Colombia y encuentran que, si bien todas las variables utilizadas presentan un efecto positivo, la mayor preponderancia la tienen

las TIC escolares. Por su parte, Machin et al (2006) también hallan evidencia a favor del uso de las TIC en el ámbito educativo de nivel primario en Inglaterra.

Asimismo, Carrillo et al (2010), estudian la cuestión en base a datos de Guayaquil (Ecuador) en el nivel primario y, en base a un diseño experimental, concluyen que las TIC tienen un impacto positivo en los resultados de matemáticas. En igual sentido, Cristia et al (2012) estudian el impacto de “Una Laptop por chico” en Perú, en escuelas del sector rural y de nivel primario, y hallan un impacto positivo sobre las habilidades generales de los estudiantes.

Para finalizar con el primer grupo descripto cabe mencionar a Spiezia (2010), quien analiza el impacto de las TIC sobre los resultados educativos medios con el programa PISA 2006 para el total de los países participantes y concluye que el rol del uso de las tecnologías en las casas de los estudiantes se destaca por sobre su utilización en las escuelas. De este modo, cuestiona las políticas que se proponen incorporar el uso de computadoras como herramienta de aprendizaje en el ámbito escolar.

En el segundo grupo de investigaciones señaladas, se encuentra el trabajo de Angrist y Lavy (2002), quienes, luego de estudiar en detalle el caso de Israel -donde se aplicó un programa de política con el fin de aumentar la disponibilidad de computadoras en las escuelas- hallan que el uso de herramientas informáticas en los procesos de enseñanza-aprendizaje no tiene efectos significativos sobre los logros educativos.

De igual modo, Goolsbee y Guryan (2006) analizan el efecto de la aplicación del Programa E-Rateen en las escuelas de California (Estados Unidos) -el cual consiste en un subsidio para el uso de internet- y no evidencian cambios en el rendimiento escolar.

Estudios más actuales también pueden clasificarse dentro de este segundo grupo. Entre ellos, Sprietsma (2012) estima el efecto de la disponibilidad y uso de computadoras e internet como herramientas pedagógicas, sobre los resultados obtenidos por estudiantes brasileños de octavo grado en los test de matemática y lectura y, paradójicamente, halla un impacto negativo de las TIC sobre el rendimiento escolar. Witte y Rogge (2014) aplican una metodología de macheo y utilizan como variable tratamiento la “disponibilidad y uso de la tecnología” en base a datos de Holanda correspondientes a la prueba “*Trends in International Mathematics and Science Study*” (TIMMS) de 2011. Luego, concluyen que no existe diferencia entre los estudiantes tratados y los que no.

Barrera-Osorio y Linden (2009) también aplican la metodología de macheo para estudiar el efecto de las TIC sobre el rendimiento escolar en Colombia. Analizan el efecto del uso de las computadoras en el ámbito educativo por medio de un diseño experimental: algunas escuelas forman parte del Programa “Computadoras para la Educación”, mientras que otras no. Luego de comparar ambos grupos, concluyen que la incorporación de las computadoras no tiene un efecto sobre los resultados de aprendizaje y que esto se debe al mal uso que se hace de la tecnología. A esta misma conclusión arriban, Severín et al. (2011) al estudiar el impacto del Programa “Una Laptop por niño en Perú”. Así, se sugiere que la tecnología es condición necesaria pero no suficiente para el logro de mejoras en los resultados educativos.

En igual sentido, Córdoba Gómez y Herrera Mejía (2013) explican que la incorporación de las tecnologías en el aula es sólo una condición necesaria para la obtención de mejores logros académicos, requiriéndose además, entre otras cuestiones, que los docentes sean acompañados por especialistas en el proceso de cambio de sus prácticas de enseñanza-aprendizaje. Estos autores llegan a dicha conclusión al estudiar la vinculación entre las TIC y el desempeño en matemáticas, a partir de datos de estudiantes de dos instituciones educativas colombianas: una situada en el municipio de Medellín y otra en el de Duitama.

Muñoz y Ortega (2014), a través de la metodología “Propensity Score Matching”, analizan el impacto de dos planes llevados a cabo en Chile con el fin de incorporar el uso de las TIC en la enseñanza. Concluyen que los programas no han tenido efectos significativos sobre los logros educativos y que es necesario optimizar la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta otras variables que también afectan al rendimiento escolar.

Por último, cabe mencionar el trabajo de Torres Tovia y Padilla Velásquez (2015). Estos autores, con datos de estudiantes colombianos, rechazan la hipótesis de que las TIC afecten favorablemente el rendimiento académico.

Con respecto a los grupos (c) y (d) mencionados anteriormente, en este trabajo interesa mencionar especialmente las investigaciones referidas a Argentina debido a que no existe para dicho país evidencia de estudios sobre los determinantes del rendimiento educativo que hayan centrado su atención en variables de tecnología de la información y la comunicación. Se destaca que todas las investigaciones que han utilizado este tipo de variables como control, han hallado que las mismas tienen un efecto estadísticamente significativo y positivo sobre el rendimiento escolar.

Santos (2007) utiliza la variable “computadoras por estudiante” y Decándido (2011) crea una variable dicotómica que tiene un valor igual a uno si el alumno realiza actividades en Internet y cero en caso contrario. Por otra parte, Krüger (2013) y Formichella e Ibañez (2014) hacen uso de la variable proporción de ordenadores conectados a Internet que posee la escuela (acceso a Internet); mientras que Formichella e Ibañez (2014) utilizan un índice que representa los recursos vinculados a tecnologías de la información y la comunicación que posee el alumno en su hogar (incluye si tiene a disposición un software educativo, conexión a Internet y computadora).

3. METODOLOGÍA

La relación entre la disponibilidad de computadoras con acceso a Internet en el hogar y el rendimiento educativo puede presentar problemas de endogeneidad. Es decir, los hogares con computadoras e Internet probablemente sean diferentes a aquellos sin computadoras con Internet, y tal diferencia podría estar correlacionada con el rendimiento educativo de los estudiantes de las escuelas medias. Por este motivo, sería ideal disponer de un experimento donde la disponibilidad de computadoras (PC) con Internet fuera independiente de ciertas

características inherentes a los hogares, aunque su realización no resulta factible. Por este motivo, el diseño cuasi experimental resulta adecuado.

En este sentido, se busca determinar qué le hubiera sucedido, en términos de rendimiento educativo, a los estudiantes de los hogares con PC con Internet si no dispusieran de éstas. Por tal motivo, es necesario medir las mejoras en términos de rendimiento educativo de los estudiantes de los hogares con PC con Internet condicional al rendimiento educativo pre-intervención.

La técnica de Emparejamiento o *Propensity Score Matching* (PSM) de Rosebaum y Robin (1983), ampliamente utilizada en evaluación de impacto, es capaz de realizar el análisis descripto. Esta metodología construye artificialmente un “clon” o “match” para cada uno de los individuos estudiados con características idénticas pero con una diferencia: la disponibilidad o no de PC con Internet en el hogar.

El PSM se puede resumir de la siguiente manera: 1) se estima la probabilidad de que un estudiante reciba el tratamiento (acceder a una PC con Internet en el hogar); la probabilidad predicha es el puntaje o el score del estudiante; 2) se separa la muestra en dos sub-muestras: la de tratados (los que reciben el tratamiento) y la de controles (los que no reciben el tratamiento) y se ordena ambas muestras en forma descendente; 3) para cada tratado se busca un control con similar puntaje (probabilidad ó *likelihood*) y se forman parejas (nótese que un mismo control puede ser emparejado con más de un tratado).

Posteriormente, se estima la diferencia de los niveles de rendimiento educativo de cada pareja, para luego calcular la diferencia promedio en toda la muestra. Este resultado es conocido como el “efecto promedio del tratamiento en los tratados” (ATE por sus siglas en inglés). El error estándar de la diferencia entre cada pareja permite realizar una prueba “t” de significancia, para contrastar la hipótesis nula de ATE nulo. Si se rechaza la hipótesis, se puede asegurar que el ATE es estadísticamente diferente de cero, en caso contrario no.

En términos analíticos, se estima el efecto promedio de un tratamiento binario sobre un producto escalar continuo. Para un estudiante i , $i=1, \dots, N$, con todas las unidades intercambiables, se define $(Y_i(0), Y_i(1))$ como los dos productos potenciales, tal que $Y_i(0)$ es el rendimiento educativo del estudiante i cuando éste no dispone de una PC con Internet en su hogar y $Y_i(1)$ es el rendimiento educativo del estudiante i cuando está expuesto al tratamiento. El rendimiento educativo puede ser medido a través de los valores obtenidos por los alumnos en alguna Prueba Estandarizada de Aprendizaje (PEA).

Si tanto el rendimiento educativo cuando el estudiante dispone de PC con Internet, $Y_i(1)$, como cuando no dispone, $Y_i(0)$, fueran observables, el efecto de la disponibilidad de PC con Internet (tratamiento) sobre el estudiante i sería la diferencia $Y_i(1)-Y_i(0)$. El problema surge porque sólo uno de estos productos es observable.

$$Y_i = Y_i(W_i) = \begin{cases} Y_i(0) & \text{if } D_i = 0 \\ Y_i(1) & \text{if } D_i = 1 \end{cases}$$

Donde D_i indica si dispone o no de PC con Internet en el hogar. Los rendimientos educativos de los estudiantes serían (Roy, 1957; Quandt, 1972, y Rubin, 1978):

$$Y_1 = \mu_1(X) + U_1$$

$$Y_0 = \mu_0(X) + U_0$$

La ganancia en términos de rendimiento educativo está dada por $\Delta = Y_1 - Y_0$. Si Y_1 e Y_0 fueran observables para cada estudiante, la evaluación de impacto del tratamiento (disponibilidad de PC con Internet en el hogar) no sería un problema. Sin embargo, no ocurre usualmente que ambos estados sean observados al mismo tiempo para un estudiante. Para resolver este problema, se estima el “Efecto de Tratamiento sobre los Tratados” o “Average Treatment Effect (ATE)”.

Una comparación de los promedios de rendimiento educativo ofrece información sobre los rendimientos potenciales, aunque no necesariamente explica el fenómeno. La comparación de los rendimientos educativos promedio condicionado en la disponibilidad de PC con Internet está formalmente relacionada al efecto causal promedio dado por la siguiente ecuación:

$$E(Y_i | D_i = 1) - E(Y_i | D_i = 0) = [E(Y_{1i} | D_i = 1) - E(Y_{0i} | D_i = 1)] + [E(Y_{0i} | D_i = 1) - E(Y_{0i} | D_i = 0)]$$

Diferencia observada en los rendimientos educativos promedio

ATT: efecto promedio de disponer de PC con Internet en los tratados

Sesgo de selección

El método de *matching* resuelve el problema de sesgo de selección (Heckman, 1990) reemplazando la aleatorización por el condicionamiento de los regresores. El sesgo de selección es eliminado solo si el tratamiento ha sido puramente aleatorio entre los estudiantes que tienen el mismo *propensity score*.

La realización del emparejamiento con *propensity score* sirve para reducir el sesgo de selección, lo cual permite la estimación de efectos tratamiento con datos observables. Para este fin, se realiza una estimación de un modelo logit o probit, donde lo más relevante es la función de máxima verosimilitud, más que la significatividad de los estimadores (Heckman et al, 1999).

Existen diferentes métodos para estimar el impacto sobre el “efecto de tratamiento sobre los tratados” basados en el *propensity score*, que se diferencian básicamente por la forma en que definen la distancia entre el tratado y el control, entre los cuales se destacan:

- 1) Vecino más cercano (*Nearest Neighbor Matching*) que empareja o *matchea* estudiantes tratados y de control, tomando una unidad tratada para cada unidad de control de acuerdo al *propensity score* más cercano. Se elige un estudiante no tratado j para ser el contractual del estudiante i de tal forma que, formalmente, el grupo de control del estudiante i , $C_o(p_i)$ con *propensity score* p_i es un estudiante j que cumple:

$$C(i) = \min_j | |P_i - P_j| |$$

Este estimador emplea un estudiante del grupo de control (los que no disponen de PC con Internet) para comparar con cada estudiante del grupo de tratamiento.

2) Estimador de Kernel, según el cual los estudiantes tratados son emparejados con un promedio ponderado de todos los estudiantes de control con pesos que son inversamente proporcionales a la distancia entre el *propensity score* de los estudiantes tratados y de control.

3) Estratificación: Permite realizar un emparejamiento entre casos y controles basado en una variable que contiene el número de bloque (estrato) al que pertenece el registro de la zona de soporte común. La región de soporte común implica considerar en la estimación de ATT los estudiantes que pertenecen al rango delimitado por los PS mínimo y máximo de los estudiantes del grupo de tratamiento. De esta manera se asegura que la región definida cuenta con valores con densidad positiva tanto para los estudiantes tratados como de control (Smith y Todd, 2005).

4. DATOS

Se utiliza información del Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos (PISA)¹, el cual es elaborado cada tres años por la OCDE desde el año 2000 y tiene como objetivo medir las competencias de los estudiantes de 15 años de diferentes países. El estudio considera las áreas de Matemáticas, Ciencias y Lengua, y en cada oportunidad se elige una como prioritaria de forma rotativa. Sin embargo, PISA también recopila información acerca del contexto social de los estudiantes y de las escuelas a las que éstos asisten (OCDE, 2009). Argentina participó del programa durante los años 2000, 2006, 2009 y 2012. En el presente trabajo, se emplean los datos correspondientes al año 2012 por ser los más actuales.

La escala de puntuaciones de las pruebas PISA va de 0 a 800 y está confeccionada de manera tal que la media es 500 y el desvío estándar 100. Los resultados de las evaluaciones son presentados utilizando “valores plausibles” (PV). Éstos son una representación del conjunto de capacidades en un estudiante. Dado que el objetivo de PISA es evaluar las destrezas de una población y no de cada individuo en particular, cada alumno responde a un cierto número de ítems y se estima cómo hubiera contestado en todos los casos. Por ello, el equipo de PISA elabora cinco valores plausibles para cada área a partir de la información obtenida (OCDE, 2009).

Así, el método correcto para estimar consistentemente cualquier valor estadístico y, por ende, cualquier parámetro de un modelo es realizar cálculos por separado con cada uno de estos cinco valores y luego obtener su promedio (OCDE, 2009). Dicho procedimiento es el que se ha tenido en cuenta en este trabajo.

Asimismo, el equipo de PISA divide las calificaciones en seis niveles y establece que aquellos alumnos que no alcanzan el nivel número dos no poseen las competencias mínimas necesarias

¹ Si bien las pruebas estandarizadas de aprendizaje –como es el caso de PISA– poseen imperfecciones y son criticadas por las mismas (Llach, Montoya y Roldán, 1999), en este momento no existe una fuente de información estadística alternativa que pueda ser utilizada como *proxy* de la calidad de los resultados educativos.

para desarrollar su vida adulta. En este caso, la variable resultado pasa a ser una variable dicotómica que toma el valor uno si el individuo supera el nivel umbral mínimo que marca el nivel dos y cero en caso contrario². Entonces, la misma tendrá cinco valores plausibles para cada alumno en relación a cada competencia y, nuevamente, el procedimiento de cálculo de cualquier estadístico surgirá de realizar cálculos por separado con cada uno de dichos valores, para luego calcular su promedio.

5. VARIABLES

La principal variable de interés de este trabajo se denomina “Computadoras en el hogar con acceso a Internet” y es una variable binaria que toma valor 1 si el estudiante vive en un hogar que dispone de computadoras con acceso a Internet y cero en caso contrario. Es decir, se asigna el tratamiento a aquellos estudiantes de hogares que en 2012 disponían de Computadoras con Internet. En este trabajo se construye la variable de tratamiento a partir de dos variables disponibles en PISA:

- a) Computadoras en el hogar
- b) Acceso a Internet

Ambas son variables binarias que indican la posesión de algunas de esas TIC.

Por otra parte, las variables consideradas para calcular la probabilidad de ser tratado son:

- Repetidor: variable dicotómica que toma valor 1 si el alumno ha repetido algún grado en la primaria o secundaria.
- Estudios secundarios: variable dicotómica que toma valor 1 si el nivel educativo más alto de los padres es el Bachillerato o los ciclos formativos (grado medio o grado superior).
- Estudios terciarios: variable dicotómica que toma valor 1 si el nivel educativo más alto de los padres es universitario.
- PromedioESCS: variable continua que refleja la composición social del alumnado. Se forma como el promedio del Índice de Estatus Económico, Social y Cultural (ESCS³) de la escuela. El indicador ESCS correspondiente a cada alumno es elaborado por el equipo de PISA DE LA OCDE y resume la información sobre el estatus ocupacional de los padres, su nivel educativo, y las posesiones materiales y culturales del hogar (OCDE, 2010).

El ESCS se forma utilizando otros índices también presentados por el equipo de PISA: HISEI, PARED y HOMEPOS. A continuación se detalla que información resume cada uno de los mismos:

² En PISA 2012 dicho valor es igual a 480 en el caso de la competencia lectora, 482 para matemática y 484 para ciencias.

³ Este índice y el resto de los que se describen a continuación son construidos por el equipo de PISA tal que un valor positivo representa que el nivel del hogar se encuentra por encima del promedio de los países de la OCDE, mientras que un valor negativo lo contrario.

- HISEI: Estatus ocupacional de los padres: índice continuo elaborado por PISA que representa la máxima jerarquía ocupacional entre ambos padres, y captura los atributos de las ocupaciones que se traducen en ingresos. Representa el status ocupacional de los padres de los estudiantes y surge de considerar el más alto entre padre y madre.
- PARED: representa el nivel educativo de los padres medido como la cantidad de años de estudio aprobados. Surge de considerar el nivel más alto entre padre y madre.
- HOMEPOS: resume información sobre la cantidad de libros que hay en el hogar y los índices WEALTH, HEDRES y CULTPOS. WEALTH representa las posesiones materiales existentes en la vivienda del estudiante, HEDRES indica la cantidad de recursos educativos y CULTPOS representa la cantidad de posesiones culturales del hogar.
- TCSHORT: Escasez de personal docente.
- RATCMP15: Ratio de computadoras para la educación sobre el número de estudiantes de 15 años que asisten al grado correspondiente según su edad.
- Privada: Variable binaria que toma valor 1 si el estudiante concurre a escuela de gestión privada y cero en caso contrario.

6. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

La muestra de PISA 2012 para Argentina consta de 5908 observaciones; en el 93% de los casos existe información sobre acceso a Computadoras e Internet en el hogar. De éstos, el 25% de los estudiantes viven en hogares con Computadoras y Acceso a Internet, mientras que el 75% restante no (según cálculos propios en base a PISA, 2012).

Como puede observarse en el Cuadro 1, las notas de rendimiento promedio son mayores para el grupo de estudiantes que poseen PC con Internet en sus hogares para las tres competencias evaluadas por PISA.

Sin embargo, el problema de realizar una simple comparación de medias de los rendimientos educativos entre los estudiantes con PC con Internet y sin PC con Internet es que el tratamiento no es aleatorio y adolece de endogeneidad. Por esta razón, tal diferencia en el rendimiento puede estar dada por las características propias que hacen que ciertos individuos dispongan en su hogar de acceso a computadoras con Internet y no por el acceso o disponibilidad de las TIC en sí mismo.

El Cuadro 2 muestra las principales características tanto del grupo de estudiantes que poseen PC con Internet y que no, antes de la estimación de *matching*. Los datos corresponden al año 2012, PISA.

Se puede observar que los estudiantes de hogares con TIC presentan, en promedio, un menor número de repetidores, una mayor proporción de padres con estudios terciarios, una menor proporción de padres con estudios secundarios, un mayor estatus ocupacional de los padres y, además, asisten a escuelas que poseen mayor nivel socioeconómico. Estas diferencias promedio entre ambos grupos son estadísticamente significativas según el test de ANOVA.

7. RESULTADOS

En primer lugar, se estima el *Propensity Score Matching* usando un modelo PROBIT que incluye las variables explicativas de la propensión a poseer computadoras con Internet en el hogar. En la estimación de la probabilidad se deben incluir únicamente variables que afecten la decisión de participación y la variable de resultado de manera simultánea (Bernal y Peña, 2011).

La variable dependiente es “Computadoras con Internet”. Esta es una variable binaria que toma el valor uno si el alumno pertenece a un hogar que dispone de computadoras con acceso a Internet y cero en caso contrario.

El modelo PROBIT empleado por el programa STATA 12 proviene de una variable latente o no observable del modelo, y^* , que significa la propensión del estudiante a poseer computadora con Internet en su hogar. Esta variable se explica a través de una serie de variables independientes observables mediante la siguiente ecuación estructural:

$$y^* = \beta_0 + x\beta + e \quad y = 1[y^* > 0]$$

La relación entre la variable observable binaria y (si el hogar dispone de computadoras con Internet) y la variable latente y^* (la propensión a poseer computadoras con Internet) es representada mediante la siguiente ecuación:

$$y = 1 \quad \text{si } y^* > 0$$

$$y = 0 \quad \text{si } y^* \leq 0$$

Los estudios sobre uso de TIC en el hogar así como los trabajos sobre rendimiento educativo brindan información respecto de los factores que inciden en el tratamiento.

El PSM es válido si se cree que las variables observadas determinan la participación (acceso a computadoras con Internet), es decir si no hay sesgos por variables inobservables o si las variables no observables o no disponibles no son un determinante fundamental tanto de la participación en el tratamiento como de las variables de resultado potenciales (Bernal y Peña, 2011).

En el Cuadro 3 se observan los resultados correspondientes a la estimación del *propensity score* usando Stata. La bondad de ajuste del modelo es adecuada, ya que el modelo en conjunto es significativo de acuerdo al estadístico de Likelihood Ratio ($\text{prob} > \chi^2 = 0.0000$) y el Pseudo R^2 .

Posteriormente se define un área de soporte común mediante el PSM estimado, es decir una región en la que coinciden las probabilidades de los individuos tratados y los que pertenecen al grupo de control. La región seleccionada ha sido [.28967946, .9981545]. En la Figura 1 se muestra la densidad de Kernel del *propensity score* estimado en la cual se puede apreciar dicha región de soporte común. Pertenecen a la misma, 3313 estudiantes (de los 5908 estudiantes de 15 años de Argentina) de los cuales 2803 son tratados y 510 controles (Cuadro 4).

Los resultados obtenidos indican que la probabilidad de disponer de computadoras con acceso a Internet en el hogar es mayor en aquellos alumnos que asisten a escuelas de mayor nivel socioeconómico, con mayor ratio de computadoras por alumno y de gestión privada.

Asimismo, dicha probabilidad es más elevada si los padres de los alumnos poseen estudios secundarios o terciarios y mayor status ocupacional. Por otro lado, los estudiantes que son repetidores tienen significativamente menos probabilidad de disponer de computadoras con internet en el hogar.

7.1 Efecto del tratamiento sobre el rendimiento medido en forma continua.

Las diferencias en los niveles de rendimiento educativo entre los estudiantes de hogares con acceso a computadoras con Internet y aquellos sin acceso predichos por el modelo mediante las diferentes técnicas de *matching* para estimar el ATT se pueden observar en el Cuadro 5. La misma es estadísticamente significativa de acuerdo a las técnicas de matching empleadas, Estratificación, Kernel y Vecino más cercano.

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de que no existen diferencias en el rendimiento educativo entre los estudiantes tratados y los estudiantes de control. Sin embargo, su cuantía promedio es baja. Este reducido impacto en el rendimiento educativo constituye una evidencia de que las TIC requieren de recursos complementarios, tanto de capital humano como organizacionales para explotar todas sus potencialidades.

7.2 Efecto del tratamiento sobre el fracaso escolar

En el apartado anterior se ha mostrado que existe un efecto del tratamiento sobre las notas que obtienen los alumnos. Aquí se analiza si la posesión de computadora conectada a Internet favorece las posibilidades de que los estudiantes no fracasen. Se define el fracaso como la incapacidad de alcanzar el nivel dos estipulado por el equipo de PISA como el mínimo necesario para desarrollar la vida adulta.

Como puede observarse en el cuadro 6 del Anexo, el tratamiento disminuye las posibilidades que tienen los estudiantes de fracasar en las tres competencias analizadas y utilizando cualquiera de las técnicas de *matching* empleadas (el ATT es negativo), y dicho efecto es estadísticamente significativo (los valores del estadístico t se encuentran entre 4 y 6).

En el caso de la competencia matemática, se observa que en el grupo de individuos tratados la proporción de alumnos que no alcanza el nivel dos se encuentra entre 8 y 12 puntos porcentuales más abajo que en el grupo de individuos no tratados, dependiendo de la metodología de *matcheo* utilizada. De igual modo, dicho valor oscila entre 12 y 15 puntos porcentuales para el caso de la competencia lectora, y entre 13 y 18 para la competencia científica. Presentando ésta última el efecto más grande en relación al tratamiento.

Por último, cabe mencionar que, tanto al analizar el rendimiento como variable continua, como al estudiar el fracaso, y sobre la base de Nannincini (2007), se verificó la robustez del modelo mediante estimaciones del efecto medio del tratamiento en los tratados (ATT) bajo diferentes escenarios posibles de desvío del supuesto de independencia condicional. Es decir, se simuló la capacidad de una variable no observable (no incluida en la estimación de la probabilidad) de generar sesgo. Los resultados no arrojaron diferencias en el ATT obtenido con

el modelo. No se encontraron diferencias entre el impacto original y los impactos sobre el rendimiento educativo con la incorporación de variables adicionales.

8. CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo ha abordado el análisis del rol de las tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) en la educación y, en particular, el efecto de las mismas como determinante del rendimiento educativo y del fracaso escolar. Entre las TIC existentes, se ha evaluado el impacto cuantitativo de las computadoras con acceso a Internet. Así, se ha intentado complementar los estudios de carácter cualitativo ya existentes y contribuir a un mejor entendimiento del uso y efecto de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En ese sentido, uno de los principales aportes de este trabajo es la ampliación de la base de conocimiento sobre el rol de las TIC en la educación y en especial en la educación media de Argentina.

A partir del empleo de la técnica de emparejamiento o *Propensity Score Matching* (PSM) con datos de PISA correspondientes al año 2012 para Argentina, se constata una diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento educativo promedio entre el grupo de estudiantes que pertenecen a hogares que poseen computadoras con acceso a Internet (tratados) y aquellos que no (no tratados). Sin embargo, esta diferencia no necesariamente se traduce en un cambio cualitativo importante en términos de rendimiento educativo, ya que el valor de las diferencias de promedio es bajo (entre 20 y 25 puntos en una escala que va de 0 a 800).

Por ese motivo, se exploró si la disponibilidad de computadoras con Internet ha generado una disminución en el fracaso escolar, hallando evidencia a favor de las TIC. Es decir, la proporción de fracasos en el grupo de estudiantes de hogares con computadoras con acceso a Internet disminuye entre 8 y 18 puntos porcentuales (dependiendo de la competencia analizada y del método de matcheo utilizado).

Lo enunciado en los párrafos anteriores significa que la disponibilidad de computadoras con acceso a Internet en los hogares de los estudiantes eleva su rendimiento escolar y que, si bien en términos absolutos el aumento no es muy grande, hace que muchos de los individuos que se encuentran cerca del umbral de fracaso puedan superarlo, lo cual reduce la proporción de estudiantes que no alcanzan el nivel mínimo de competencias requerido para desarrollar adecuadamente su vida adulta.

Es decir que, si bien la relevancia de las TIC como determinante del rendimiento escolar es acotada, éstas poseen un rol no despreciable y necesario de tener en cuenta a la hora de estudiar políticas que tiendan a mejorar el desempeño académico.

Cabe aclarar que este rol podría estar siendo subvalorado si el acceso a las TIC no es acompañado por un nivel de uso adecuado. Sin embargo, la base de datos de PISA para Argentina 2013 no brinda este tipo de información y la respuesta a este interrogante será analizada en futuras investigaciones.

Finalmente, cabe señalar que el estudio de las TIC en la educación se encuentra en etapa de desarrollo, ante lo cual resulta menester profundizar en la discusión en torno a la misma. Asimismo, estos resultados convalidarían las políticas públicas tendientes a la universalización de las TIC de reciente desarrollo en Argentina y la región.

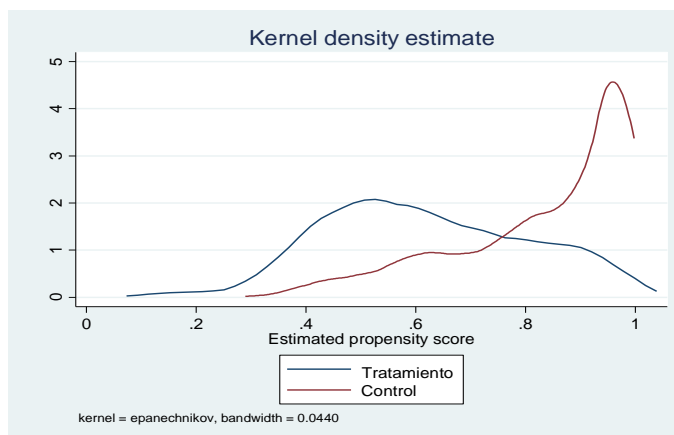
REFERENCIAS

- Angrist J. y Lavy, V. (2002). New evidence on classroom computers and pupil learning. *The Economic Journal*, 112: 735–765.
- Aristizabal, G., Caicedo, M. y Escandón D. (2009). Las Tecnologías de la Información y Comunicación como determinante en el rendimiento académico escolar, Colombia 2006-2009. Disponible en <http://2012.economicsofeducation.com>
- Barrera-Osorio, F. y Linden, L. (2009) The Use and Misuse of Computers in Education. Evidence from a Randomized Experiment in Colombia. *Policy Research Working Paper 4836*.
- Becta (2007). Inclusive Learning: an Essential Guide. Disponible en <http://www.tes.co.uk/teachingresource/Inclusive-learning-an-essential-guide-6072357/>.
- Carrillo, P., Onofa, M. y Ponce, J. (2010) Information Technology and Student Achievement: Evidence from a Randomized Experiment in Ecuador. *IDB Working Paper No. 78*. Disponible en <http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubIDB-WP-223.pdf>
- Castells, M. (1999). *La Era de la Información. Economía, sociedad y cultura*. Ed. Siglo XXI. Madrid.
- Claro, M. (2011). El papel de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la educación inclusiva. Documento de proyecto, CEPAL, Santiago de Chile.
- Claro, M., Espejo, A., Jara, I. y Trucco, D. (2011). Aporte del sistema educativo a la reducción de las brechas digitales. Una mirada desde las mediciones PISA. Documento de proyecto CEPAL, Santiago de Chile.
- Consejo Federal de Educación (2010). Las Políticas de Inclusión digital educativa. El Programa Conectar Igualdad. Anexo 1 de la Resolución 123. Ministerio de Educación. Disponible en http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res10/123-10_01.pdf
- Córdoba Gómez, F. y Herrera Mejía, H.(2013) Impacto del uso de objetos de aprendizaje en el desempeño en matemáticas de estudiantes de grado noveno. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* 39: 47-58.
- Cristia, J., Ibararán, P., Cueto, S., Santiago, A. y Severín, E. (2012) Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program. *IDB Working Paper No. 304*. Disponible en <http://www.iadb.org/en/research-and-data>
- Formichella, M. M. (2011) ¿Se debe el mayor rendimiento de las escuelas de gestión privada en la Argentina al tipo de administración? *Revista de la CEPAL* 105: 151-166.
- Goolsbee, A. y Guryan, J. (2006) The impact of internet subsidies in public schools. *The Review of Economics and Statistics* 88 (2): 336-347.
- INDEC (2012). Encuesta Nacional sobre Acceso y Uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (ENTIC). Resultados del tercer trimestre de 2011
- Llach, J.; Montoya, S. y Roldan, F. (1999). *Educación para todos*. Bs. As.: IERAL.
- Machin, S., McNally, S. y Silva, O. (2006) New Technology in Schools: Is There a Payoff? *IZA Discussion Paper No. 2234*. Disponible en <http://ftp.iza.org/dp2234.pdf>
- Muñoz, R. y Ortega, J. (2014) ¿Tiene la Banda Ancha y las TICs un Impacto Positivo sobre el Rendimiento Escolar? Evidencia para Chile. *8th CPR LATAM Conference*, Bogota, May 30-31.

- Nannincini, Tommaso. 2007. A Simulation-Based Sensitivity Analysis for Matching Estimators. *Stata Journal*, 7-3: 334-50.
- OCDE (2009). *PISA Data Analysis Manual.SPSS. (2da ed.)*.Ed. OECD Publishing. Paris.
- Severín E, Santiago, A., Cristia, J., Ibararán, P. Thompson J. y Cueto S. (2011) *Evaluación del programa "una laptop por niño" en Perú: resultados y perspectivas*. Ed. Banco Interamericano de Desarrollo.
- SITEAL (2014). Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina 2014. Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina. UNESCO, OEI. Disponible en http://www.siteal.org/sites/default/files/siteal_informe_2014_politicas_tic.pdf
- Spiezia V. (2010) Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level Evidence from PISA. *OECD Journal: Economic Studies*. Disponible en <http://www1.oecd.org/eco/labour/49849896.pdf>
- Sprietsma M. (2012) Computers as Pedagogical Tools in Brazil: A Pseudo-panel Analysis *ZEW Discussion Papers* 07-040. Disponible en <http://hdl.handle.net/10419/24604>
- Sunkel, G. y Trucco, D. (2010). Nuevas Tecnologías de la información y la comunicación para la educación en América Latina: riesgos y oportunidades. *Serie políticas sociales* 167. CEPAL.
- Sunkel, G. y Trucco, D. (Edits.).(2012). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una Educación Inclusiva en América Latina - Algunos casos de buenas prácticas*. Ed. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- Sunkel, G., Trucco, D. y Möller, S. (2011). Aprender y enseñar con tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en América Latina. Potenciales beneficios. *Serie Políticas Sociales* 169. CEPAL, Santiago de Chile.
- Torres Tovio, J. y Padilla Velásquez, A. (2015) Las Tecnologías de Información y Comunicación y su efecto en el rendimiento académico de los estudiantes en las escuelas Secundarias del departamento de Córdoba – Colombia. *Revista Electrónica Ingeniería al día* 1-1:15-23.
- UNESCO (2014). *Reading in the mobile era. A study of mobile reading in developing countries*. Ed. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Francia.
- Witte, K. y Rogge, N. (2014) Does ICT matter for effectiveness and efficiency in mathematics education? *Computers & Education* 75: 173-184.

ANEXO

Figura 1



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1: Diferencias de medias de rendimiento educativo

Competencias	Con PC con Internet	Sin PC con Internet	F ANOVA
Matemáticas	412.72	355.84	762.195 ***
Lectura	424.73	354.38	753.29***
Ciencias	429.37	366.49	761.088***

Fuente: Elaboración propia. ***Estadísticamente significativa al 1%

Cuadro 2. Estadísticos Descriptivos

Variable	grupo	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	F ANOVA
Repetidor	con PCI	3521	0.1834706	0.3871068	0	1	84.86***
	Sin PCI	1002	0.3572854	0.4794392	0	1	
est_secundarios	con PCI	3997	0.2131599	0.4095909	0	1	0.089***
	Sin PCI	1294	0.2202473	0.4145736	0	1	
est_terciarios	con PCI	3997	0.5716788	0.4948974	0	1	408.25***
	Sin PCI	1294	0.2642968	0.4411285	0	1	
HISEI	con PCI	3777	4.958.181	2.259.988	11.56	88.96	500.392***
	Sin PCI	1154	3.333.522	1.738.298	11.01	88.96	
TCSHORT	con PCI	4027	0.0338796	1.019.746	-10.911	35.961	14.007***
	Sin PCI	1304	-0.0981656	1.119.217	-10.911	35.961	
RATCMP15	con PCI	3735	0.8175382	2.341.195	0	27.5	17.021***
	Sin PCI	1251	0.6026243	1.171.338	0	27.5	
promedioescs	con PCI	4133	-0.4281688	0.6792025	-18.635	1.075	46.993***
	Sin PCI	1355	-1.152.428	0.5333075	-2.695	1.075	
privada	con PCI	4061	0.1800049	0.3842389	0	1	10.539***
	Sin PCI	1313	0.1416603	0.3488343	0	1	

Fuente: Elaboración propia. PCI=computadora con Internet.

Cuadro 3: Determinantes de la participación en el tratamiento

Variable	Coefficiente	Error estándar	Nivel de significatividad
repetidor	.1434337	.0602816	**
est_secundarios	.1330218	.0716943	**
est_terciarios	.1982314	.0695756	***
HISEI	.0089865	.0015486	***
TCSHORT	-.0344055	.0257496	ns
RATCMP15	.0349274	.0135544	**
promedioescs	.87288	.0531839	***
Privada	.1637362	.0701982	**
_cons	.9260808	.0951029	***
N	3555		
LR chi2(8)	784.97		
Prob>chi2	0.0000		
Pseudo R2	0.2140		

Fuente: Elaboración propia. ***, ** significativo al 1 y 5% respectivamente, ns=no significativa.

Cuadro 4: Distribución de los casos

Estudiantes	N	%	% Acumulado
Tratamiento	2803	84.60	84.60
Control	510	15.40	100
Total	3313	100	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5: Estimación del ATT sobre el rendimiento continuo

Prueba	PSM	tratados	controles	ATT	t
Matemáticas	ATTS	2803	890	23.3908	4.9348
	ATTK	2803	736	20.7214	5.5948
	ATTND	2803	510	22.6212	4.3274
Lectura	ATTS	2803	890	25.4988	4.08
	ATTK	2803	736	25.5602	5.4154
	ATTND	2803	510	26.7218	3.674
Ciencia	ATTS	2803	890	27.495	4.2802
	ATTK	2803	736	26.7	4.6602
	ATTND	2803	510	27.8758	3.4058

Fuente: Elaboración propia sobre la base de PISA 2012.

Cuadro 6: Estimación del ATT sobre el fracaso

Prueba	PSM	tratados	controles	ATT	t
Matemáticas	ATTS	2803	890	-0.1076	-4.7928
	ATTK	2803	736	-0.0882	-3.9226
	ATTND	2803	510	-0.125	-5.6198
Lectura	ATTS	2803	890	-0.1404	-4.0698
	ATTK	2803	736	-0.1266	-4.758
	ATTND	2803	510	-0.1494	-4.2528
Ciencia	ATTS	2803	890	-0.155	-4.9086
	ATTK	2803	736	-0.134	-5.1946
	ATTND	2803	510	-0.188	-6.509

Fuente: Elaboración propia sobre la base de PISA 2012.